



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 24 146 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
G 05 B 13/02
H 02 H 9/00
G 08 C 15/00

21 Aktenzeichen: 198 24 146.1
22 Anmeldetag: 29. 5. 98
43 Offenlegungstag: 16. 12. 99

DE 198 24 146 A 1

71 Anmelder:
Samson AG, 60314 Frankfurt, DE
74 Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

72 Erfinder:
Lindbüchl, Georg, Dipl.-Ing., 46519 Alpen, DE;
Kemmler, Lothar, 64546 Mörfelden-Walldorf, DE
56 Entgegenhaltungen:
US 56 91 896 A
US 54 20 578 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorortregelkreis mit Anbindung an eine Steuerung

57 Die Erfindung betrifft einen Vorortregelkreis in einem Feldbereich, umfassend einen Meßumformer, einen Regler und einen Aktor und verbunden mit einer Steuerung, die über ein erstes Leitungspaar, welches eine Zweileiterschleife darstellt, zumindest mit dem Meßumformer verbunden ist, mit einer Einrichtung zum Darstellen von analogen Stromsignalen auf der Zweileiterschleife und mit einer Kommunikationseinrichtung zur bidirektionalen digitalen Kommunikation, wobei die digitalen Kommunikationssignale dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbar sind, das erste Leitungspaar den Regler in Reihe mit dem Meßumformer an die Steuerung anschließt, ein analoges Stromsignal auf dem ersten Leitungspaar die von dem Meßumformer gemessene physikalische Größe darstellt und als Regelgröße des Reglers dient, und der Regler mit dem Aktor zur Übermittlung von Stellsignalen verbunden ist.

DE 198 24 146 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Vorortregelkreis in einem Feldbereich, umfassend einen Meßumformer, einen Regler und einen Aktor und verbunden mit einer Steuerung, die über ein erstes Leitungspaar, welches eine Zweileiterschleife darstellt, zumindest mit dem Meßumformer verbunden ist, mit einer Einrichtung zum Darstellen von analogen Stromsignalen auf der Zweileiterschleife und mit einer Kommunikationseinrichtung zur bidirektionalen digitalen Kommunikation, wobei die digitalen Kommunikationssignale dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbar sind.

Die überwiegende Zahl heutiger Feldgeräte ist nach wie vor in Form von Zweileiterfeldgeräten ausgebildet. Gemäß dem Prinzip der Zweileitergeräte führt dabei ein angeschlossenes Leitungspaar im Betriebsfall einen analogen Strom, der sowohl zur Energieversorgung des Feldgeräts als auch zur Übertragung eines analogen Stromsignals dient, das typischerweise 4 mA bis 20 mA beträgt. Dagegen haben sich bis heute Feldbusfeldgeräte, die nur digital kommunizieren vor allem aufgrund der Vielzahl verschiedener Feldbusse noch nicht durchgesetzt. Beispielhaft seien hier nur PROFIBUS DP, PROFIBUS PA, WORLDVIEW, INTERBUS S, Control Net und CAN genannt. Die Anstrengungen einen einheitlichen Feldbus zu schaffen, sind neben Vorteilen einer erweiterten Funktionalität und schnelleren Kommunikation vor allem in einer einfacheren und kostengünstigeren Installation infolge geringerer Verkabelung begründet.

Bisherige Vorortregelkreise benötigen jeweils ein Leitungspaar pro Feldgerät zur Übertragung des Stromsignals zwischen Feldgerät und Steuerung. Die Feldgeräte lassen sich dabei in Einrichtungen mit einerseits Sensorik und andererseits Aktorik unterteilen, wobei üblicherweise einem Meßumformer als Sensor mit definiertem Einheitssignal funktionell ein Aktor zugeordnet ist, um einen Regelkreis zu bilden. Vereinfacht kann man eine bislang typische Anordnung derart beschreiben, daß beispielsweise 36 Adern vom einem Leitsystem, das in einem Kontrollraum angeordnet ist, in einen Feldbereich führen, so daß maximal 18 Feldgeräte daran anschließbar sind. Wenn ein Aktor jeweils ein Sensorsignal benötigt, um die Regelgröße zuzuführen, so können somit 9 Regelstrukturen mit jeweils einem Aktor und einem Meßumformer realisiert werden.

Es ist bereits bekannt, Meßumformer mit einem integrierten PTD-Regler (PID = Pzustatten, um einen lokale Regelkreis aufzubauen, der innerhalb einer Zweileiterschleife sowohl einen Meßumformer als auch einen Aktor in Reihe anordnet. Der PID-Regler eines derartigen Meßumformers kann über ein dem Stromsignal überlagertes digitales Signal gemäß dem HART-Feld-Kommunikations-Protokoll (HART = Highway Addressable Remote Transducer) fernparametrisiert werden. Dies eignet sich jedoch im allgemeinen nicht zur Anbindung an Leitsysteme, da das eigentliche Meßsignal des Meßumformers nicht mehr direkt zur Verfügung steht. Das analoge Stromsignal auf der Zweileiterschleife stellt nur das Stellsignal des Reglers an den Aktor dar, das sich aus den PID-Charakteristika des Reglers ergibt. Das Leitsystem benötigt jedoch die physikalischen Meßgrößen zur Überwachung und Steuerung der Prozeßabläufe.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, den gattungsgemäßen Vorortregelkreis derart weiterzuentwickeln, daß die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden, d. h. insbesondere die Anzahl an Leitungen in den Feldbereich ohne Einschränkung hinsichtlich der physikalischen Meßgrößen besser ausgenutzt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das erste Leitungspaar den Regler in Reihe mit dem

Meßumformer an die Steuerung anschließt, ein analoges Stromsignal auf dem ersten Leitungspaar, die von dem Meßumformer gemessene physikalische Größe darstellt und als Regelgröße des Reglers dient, und der Regler mit dem Aktor zur Übermittlung von Stellsignalen verbunden ist.

Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß die Steuerung in einem mobilen Handterminal enthalten ist.

Alternativerweise wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Steuerung Teil eines Leitsystems ist, das über die Einrichtung zum Darstellen des Stromsignals auf dem ersten Leitungspaar verfügt, und die Kommunikationseinrichtung mit dem Leitsystem verbunden oder in demselben integriert ist.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind dadurch gekennzeichnet, daß der Regler und/oder der Meßumformer eine Einheit zum Empfangen und Senden von digitalen Signalen, die dem Stromsignal überlagerbar sind, enthält.

Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß der Regler und der Aktor miteinander verbundene Gehäuse besitzen, oder der Regler und der Aktor baulich getrennte Gehäuse besitzen und über mindestens ein drittes Leitungspaar Signale zwischen dem Regler und dem Aktor übertragbar sind.

Der Regler kann als PID-Regler ausgelegt sein.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Leitsystem mit dem Meßumformer unter Zwischenschaltung mindestens eines zweiten Leitungspaares und eines Speisetrenners über das erste Leitungspaar verbunden ist, wobei vorzugsweise das analoge Stromsignal des ersten Leitungspaares unter Zwischenschaltung des Speisetrenners über das zweite Leitungspaar am Leitsystem anliegt.

Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß das Leitsystem über das zweite Leitungspaar rein digital mit dem Speisetrenner kommuniziert, oder ein Buskoppler zwischen dem Leitsystem und dem Speisetrenner die Umformung in rein digitale Signale ermöglicht.

Ferner wird erfindungsgemäß auch vorgeschlagen, daß der Regler oder der Meßumformer eine Anschlußeinheit mit mindestens vier Leitungsanschlüssen aufweist, an die das erste Leitungspaar zwischen dem Speisetrenner und dem Regler und ein viertes Leitungspaar zwischen dem Meßumformer und dem Regler angeschlossen sind, wobei eine Leitung des ersten Leitungspaares mit einer Leitung des vierten Leitungspaares derart gebrückt ist, daß der Regler und der Meßumformer in Reihe angeordnet sind.

Die dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbaren digitalen Kommunikationssignale können erfindungsgemäß mittelwertfrei sein.

Die dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbaren digitalen Kommunikationssignale können nach der Erfindung dem HART-Feld-Kommunikations-Protokoll genügen.

Schließlich kann auch vorgesehen sein, daß der Regler einen Stellungsregler mit pneumatischem Ausgangssignal zur Ansteuerung eines pneumatischen Stellantriebs als Aktor darstellt.

Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß es durch eine Reihenanordnung von einem Meßumformer und einem Regler in einer Zweileiterschleife möglich ist, das Signal der physikalischen Meßgröße des Meßumformers als Stromsignal beizubehalten, welches gleichzeitig als Regelgröße des Reglers dient. Das Stellsignal des Reglers zu dem entsprechenden Aktor muß dabei allerdings nicht als analoges Stromsignal zur Verfügung stehen.

Die Parametrisierung, die Übertragung der Führungsgröße und die Überwachung des Reglers kann vom Leitsy-

stem oder mittels eines Handterminals über beispielsweise das HART-Feld-Kommunikations-Protokoll erfolgen, das für diese Aufgaben ausreichende Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der der Aufbau und die Funktionsweise erfindungsgemäßer Ausführungsformen anhand schematischer Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vorortregelkreises;

Fig. 2 eine Darstellung gemäß Fig. 1 einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vorortregelkreises; und

Fig. 3 eine Darstellung gemäß Fig. 1 einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vorortregelkreises.

Bei der in Fig. 1 gezeigten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist die Steuerung durch ein Leitsystem 10 realisiert, das mit einem Meßumformer 12 über ein erstes Leitungspaar 20 verbunden ist, welches eine Zweileiterschleife darstellt. Die durch das erste Leitungspaar 20 realisierte Zweileiterschleife trägt dabei im Betriebsfall einen vom Meßumformer 12 eingeprägten Strom als Signal. Die Zweileiterschleife schließt ebenfalls einen Regler 14 in Reihe mit dem Meßumformer 12 an, wobei das analoge Stromsignal auf dem ersten Leitungspaar 20 die vom Meßumformer 12 gemessene physikalische Größe darstellt und als Regelgröße des Reglers 14 dient. Der Regler 14 ist mit einem Aktor 16 verbunden, der vom Regler 14 ein Stellsignal als Antriebsbefehl erhält, wobei der Regler 14 und der Aktor 16 eine Einheit bilden. Das Stromsignal auf der Zweileiterschleife kann mittels des Leitsystems 10 dargestellt werden. Das Leitsystem 10 ist ferner mit einer nicht dargestellten Kommunikationseinrichtung zur bidirektionalen digitalen Kommunikation assoziiert, wobei die digitalen Kommunikationssignale dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbar sind und die Kommunikationseinrichtung sowohl in das Leitsystem 10 integriert als auch getrennt davon mit einer Verbindung zum Leitsystem 10 und einer weiteren Verbindung zu dem ersten Leitungspaar 20 realisiert werden kann.

Mit diesem so eben beschriebenen Aufbau steht das Stellsignal des Reglers 14 zwar nicht als analoges Stromsignal dem Leitsystem 10 zur Verfügung, was auch nicht notwendig ist, da die Parametrisierung, die Übertragung der Führungsgröße und die Überwachung des Reglers 14 vom Leitsystem 10, beispielsweise, über das HART-Feld-Kommunikations-Protokoll erfolgen kann, welches für diese Aufgabe ausreichende Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Bei einer weiteren, in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist ein Leitsystem 10' mit einem Meßumformer 12' unter Zwischenschaltung mindestens eines zweiten Leitungspaares 24' und eines Speisetrenners 22' über ein erstes Leitungspaar 20' verbunden, das auch für den Anschluß eines Reglers 14' und eines Aktors 16' sorgt. Insbesondere für den Einsatz von Feldgeräten in explosionsgefährdeten Bereichen ist eine galvanische Trennung der Stromkreise vom sicheren Bereich in den explosionsgefährdeten Bereich mittels solch eines Speisetrenners 22' vorteilhaft.

Außerdem weist die Ausführungsform gemäß Fig. 2 im Unterschied zu der gemäß Fig. 1 baulich getrennte Gehäuse für den Regler 14' und den Aktor 16' auf. Dabei sorgt ein drittes Leitungspaar 26' für eine Übertragung von Signalen zwischen dem Regler 14' und dem Aktor 16'. Die Signale auf dem dritten Leitungspaar 26' können sowohl digitaler als auch analoger Art sein.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung stellt der Regler 14' einen Stellungsregler mit pneu-

matischem Ausgangssignal zur Ansteuerung eines pneumatischen Stellantriebs als Aktor 16' dar. Dabei wird mindestens ein pneumatisches Ansteuersignal vom Regler 14' zum Aktor 16' übertragen und ein meist elektrisches Signal als Rückmeldung der Stellgliedposition vom Aktor 16' zum Regler 14' übertragen.

Gemäß Fig. 2 kann das Leitsystem 10' über das zweite Leitungspaar 24' rein digital mit dem Speisetrenner 22' kommunizieren. Natürlich kann alternativerweise auch vorgesehen sein, daß ein Buskoppler zwischen dem Leitsystem und dem Speisetrenner die Umformung in rein digitale Signale ermöglicht.

Ebenso vorteilhaft kann vorgesehen sein, daß das Leitsystem eine integrierte Kommunikationseinrichtung zur bidirektionalen digitalen Kommunikation enthält, die digitale Signale sendet und empfängt, welche dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbar sind. Zu diesem Zweck kann ein spezieller Speisetrenner eingesetzt werden, der sowohl die Übertragung des analogen Stromsignals als auch des überlagerten digitalen Signals ermöglicht.

In Fig. 3 ist eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung mit einem Leitsystem 10'', einem Meßumformer 12'', einem Regler 14'', einem Aktor 16'', einem Speisetrenner 22'' und ersten, zweiten sowie dritten Leitungspaares 20'', 24'', 26'' dargestellt, die sich dadurch von der gemäß Fig. 2 unterscheidet, daß der Regler 14'' eine Anschlußeinheit 30'' mit mindestens vier Leitungsanschlüssen aufweist, an die das erste Leitungspaar 20'' zwischen dem Speisetrenner 22'' und dem Regler 14'' und ein viertes Leitungspaar 32'' zwischen dem Meßumformer 12'' und dem Regler 14'' angeschlossen sind. Dabei ist eine Leitung des ersten Leitungspaares 20'' mit einer Leitung des vierten Leitungspaares 32'' derart gebrückt, daß der Regler 14'' und Meßumformer 12'' in Reihe angeordnet sind. Eine derartige Anschlußeinheit 30'' ermöglicht eine Vereinfachung der Kabelinstallation, da kein Leitungspaar räumlich getrennt werden muß und somit eine größere Übersichtlichkeit sichergestellt wird.

In einer ebenso vorteilhaften Realisierung der Erfindung weist der Meßumformer eine Anschlußeinheit mit mindestens vier Leitungsanschlüssen auf, an die das erste Leitungspaar zwischen dem Speisetrenner und dem Meßumformer und ein viertes Leitungspaar zwischen dem Meßumformer und dem Regler angeschlossen sind, wobei eine Leitung des ersten Leitungspaares mit einer Leitung des vierten Leitungspaares derart gebrückt ist, daß der Regler und der Meßumformer in Reihe angeordnet sind.

Weiterhin günstig ist eine Ausführungsform, in welcher der Regler eine Einheit zum Empfangen und Senden von digitalen Signalen, die dem Stromsignal überlagerbar sind, enthält. Diese Einheit kann dazu verwendet werden, erstens den Regler über das Leitsystem zu parametrisieren, zweitens Führungsgrößen zu übertragen, drittens Statussignale des Reglers abzufragen, viertens Testsignale des Reglers zu erzeugen und fünftens eine Diagnose des Aktorzustands zu ermöglichen.

Auch ist es vorteilhaft, wenn der Meßumformer eine Einheit zum Empfangen und Senden von digitalen Signalen, die dem Stromsignal überlagerbar sind, aufweist. Neben einer Fernparametrisierung des Meßumformers über das Leitsystem können dadurch auch Statussignale des Meßumformers an das Leitsystem übertragen werden.

Die Übertragung digitaler Daten zwischen dem Feldgerät und dem Leitsystem kann alternativerweise mittels des Meßumformers oder des Reglers erfolgen.

Weiterhin kann nach der Erfindung vorgesehen sein, daß der Regler als PID-Regler ausgelegt ist.

Ebenso können die dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerten digitalen Kommunikationssignale in

einer alternativen Ausführungsform mittelwertfrei sein.

Weiterhin günstig ist, wenn die dem Stromsignale auf der Zweileiterschleife überlagerbaren digitalen Kommunikationssignale dem HART-Feld-Kommunikations-Protokoll genügen. Infolge der weiten Verbreitung des HART-Protokolls stellt dieses nämlich einen Quasistandard dar und wird von vielen Geräten unterstützt.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Vorortregelkreises bestehen vor allem in der Erhöhung der Zahl an ein Leitsystem anschließbarer Regelstrukturen, ohne die Funktionalität der Überwachung und Steuerung zu verringern.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Ansprüchen sowie in den Zeichnungen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10, 10', 10'' Leitsystem	20
12, 12', 12'' Meßumformer	
14, 14', 14'' Regler	
16, 16', 16'' Aktor	
20, 20', 20'' erstes Leitungspaar	
22', 22'' Speisetrenner	25
24', 24'' zweites Leitungspaar	
26', 26'' drittes Leitungspaar	
30'' Anschlußeinheit	
32'' viertes Leitungspaar	30

Patentansprüche

1. Vorortregelkreis in einem Feldbereich, umfassend einen Meßumformer, einen Regler und einen Aktor und verbunden mit einer Steuerung, die über ein erstes Leitungspaar, welches eine Zweileiterschleife darstellt, zumindest mit dem Meßumformer verbunden ist, mit einer Einrichtung zum Darstellen von analogen Stromsignalen auf der Zweileiterschleife und mit einer Kommunikationseinrichtung zur bidirektionalen digitalen Kommunikation, wobei die digitalen Kommunikationssignale dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Leitungspaar (20, 20', 20'') den Regler (14, 14', 14'') in Reihe mit dem Meßumformer (12, 12', 12'') an die Steuerung (10, 10', 10'') anschließt, ein analoges Stromsignal auf dem ersten Leitungspaar (20, 20', 20'') die von dem Meßumformer (12, 12', 12'') gemessene physikalische Größe darstellt und als Regelgröße des Reglers (14, 14', 14'') dient, und der Regler (14, 14', 14'') mit dem Aktor (16, 16', 16'') zur Übermittlung von Stellsignalen verbunden ist.
2. Vorortregelkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung in einem mobilen Handterminal enthalten ist.
3. Vorortregelkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung Teil eines Leitsystems (10, 10', 10'') ist, das über die Einrichtung zum Darstellen des Stromsignals auf dem ersten Leitungspaar (20, 20', 20'') verfügt, und die Kommunikationseinrichtung mit dem Leitsystem (10, 10', 10'') verbunden oder in demselben integriert ist.
4. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler und/oder der Meßumformer eine Einheit zum Empfangen und Senden von digitalen Signalen, die dem Stromsignal überlagerbar sind, enthält.
5. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

der Regler (14) und der Aktor (16) miteinander verbundene Gehäuse besitzen, oder der Regler (14', 14'') und der Aktor (16', 16'') baulich getrennte Gehäuse besitzen und über mindestens ein drittes Leitungspaar (26', 26'') Signale zwischen dem Regler (14', 14'') und dem Aktor (16', 16'') übertragbar sind.

6. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (14) als PID-Regler ausgelegt ist.

7. Vorortregelkreis nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitsystem (10', 10'') mit dem Meßumformer (12', 12'') unter Zwischenschaltung mindestens eines zweiten Leitungspaares (24', 24'') und eines Speisetrenners (22', 22'') über das erste Leitungspaar (20', 20'') verbunden ist, wobei vorzugsweise das analoge Stromsignal des ersten Leitungspaares (20', 20'') unter Zwischenschaltung des Speisetrenners (22', 22'') über das zweite Leitungspaar (24', 24'') am Leitsystem (10', 10'') anliegt.

8. Vorortregelkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitsystem (10', 10'') über das zweite Leitungspaar (24', 24'') rein digital mit dem Speisetrenner (22', 22'') kommuniziert, oder ein Buskoppler zwischen dem Leitsystem und dem Speisetrenner die Umformung in rein digitale Signale ermöglicht.

9. Vorortregelkreis nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß

der Regler (14'') oder der Meßumformer eine Anschlußeinheit (30'') mit mindestens vier Leitungsanschlüssen aufweist, an die das erste Leitungspaar (20'') zwischen dem Speisetrenner (22'') und dem Regler (14'') und ein viertes Leitungspaar (32'') zwischen dem Meßumformer (12'') und dem Regler (14'') angeschlossen sind, wobei eine Leitung des ersten Leitungspaares (20') mit einer Leitung des vierten Leitungspaares (32'') derart gebrückt ist, daß der Regler (14'') und der Meßumformer (12'') in Reihe angeordnet sind.

10. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbaren digitalen Kommunikationssignale mittelwertfrei sind.

11. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Stromsignal auf der Zweileiterschleife überlagerbaren digitalen Kommunikationssignale dem HART-Feld-Kommunikations-Protokoll genügen.

12. Vorortregelkreis nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler einen Stellungsregler mit pneumatischem Ausgangssignal zur Ansteuerung eines pneumatischen Stellantriebs als Aktor darstellt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

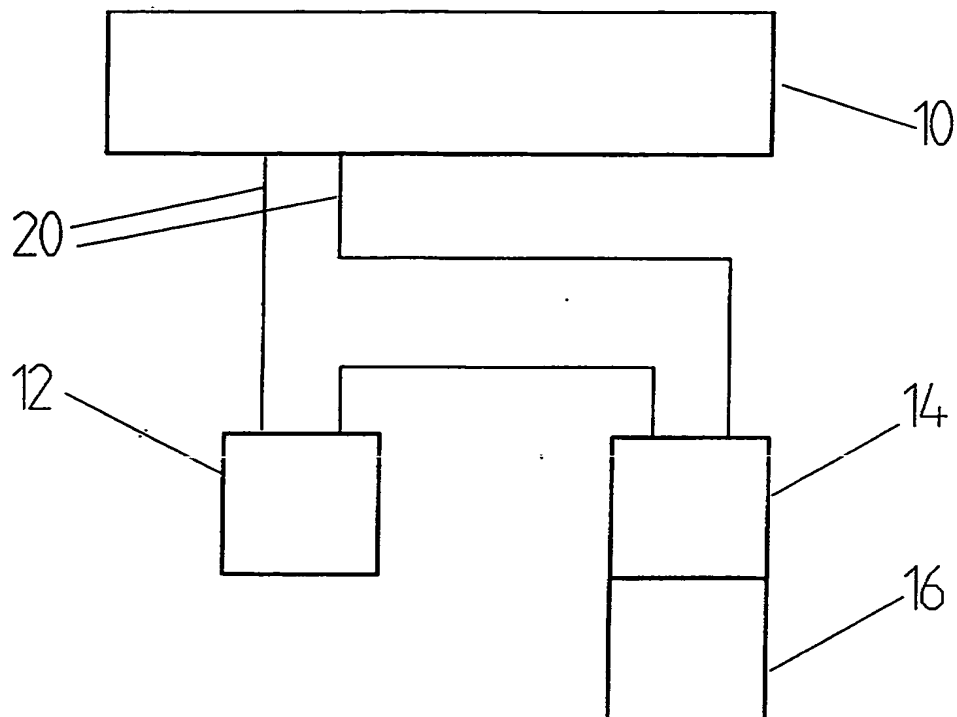


Fig. 1

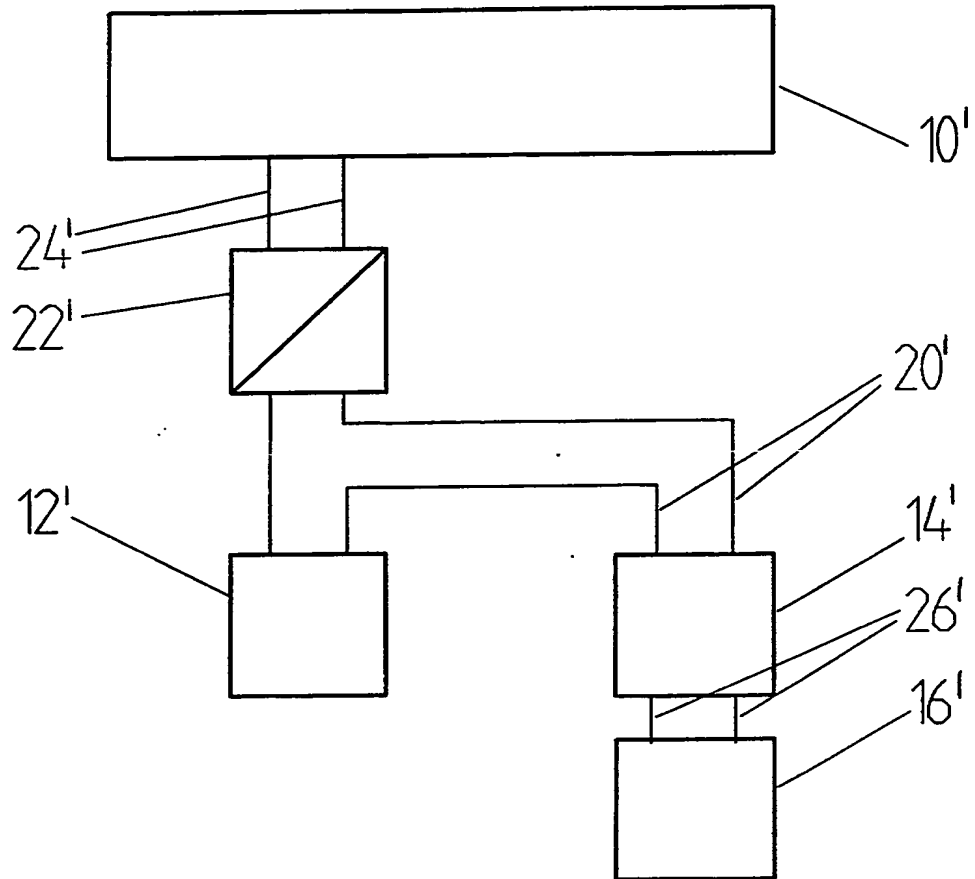


Fig. 2

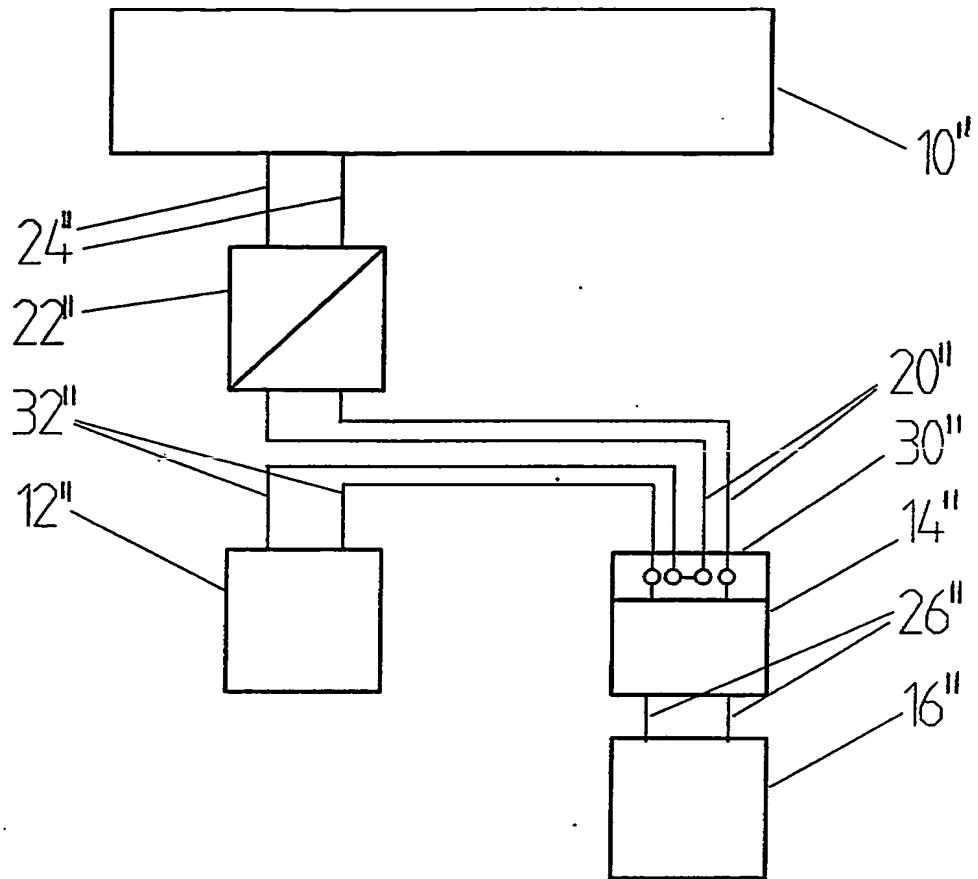


Fig. 3